



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 198 39 914 A 1

51 Int. Cl. 7:
F 04 B 27/16
F 04 B 49/00

21 Aktenzeichen: 198 39 914.6
22 Anmeldetag: 2. 9. 1998
43 Offenlegungstag: 9. 3. 2000

DE 198 39 914 A 1

71 Anmelder:
LuK Fahrzeug-Hydraulik GmbH & Co KG, 61352 Bad
Homburg, DE

74 Vertreter:
Ullrich & Naumann, 69115 Heidelberg

72 Erfinder:
Obirst, Frank, Dornbirn, AT; Kuhn, Peter, Prof.
Dr.-Ing., 69469 Weinheim, DE

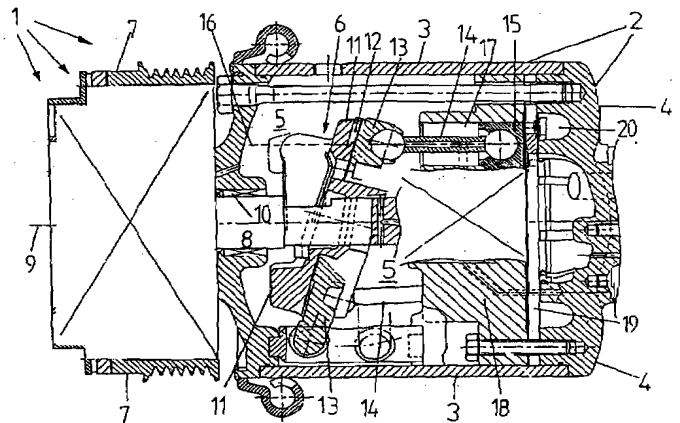
56 Entgegenhaltungen:
EP 08 09 027 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Axialkolbenmaschine

57 Eine Axialkolbenmaschine (1), insbesondere ein Kompressor für die Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse (2) und einer in dem Gehäuse (2) angeordneten, über eine Antriebswelle (8) angetriebenen Verdichtereinheit (6) zum Ansaugen und Verdichten eines Kältemittels, wobei die Verdichtereinheit (6) in einem Zylinderblock (18) axial hin- und herlaufende Kolben (15) und eine die Kolben (15) antreibende, mit der Antriebswelle (8) drehende Antriebsscheibe (11) umfaßt, ist zur Realisierung einer drehzahlunabhängigen Fördermenge dadurch gekennzeichnet, daß die Masse der Antriebsscheibe (11) derart bemessen ist, daß die beim Drehen der Antriebsscheibe (11) auftretenden Fliehkräfte ausreichen, um der Schwenkbewegung der Antriebsscheibe (11) bewußt regelnd entgegenzuwirken und damit den Kolbenhub und somit die Fördermenge zu beeinflussen, insbesondere zu verringern bzw. zu begrenzen.



DE 198 39 914 A 1

Die Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine, insbesondere einen Kompressor für die Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse und einer in dem Gehäuse angeordneten, über eine Antriebswelle angetriebenen Verdichtereinheit zum Ansaugen und Verdichten eines Kältemittels, wobei die Verdichtereinheit in einem Zylinderblock axial hin und her laufende Kolben und eine die Kolben antreibende, mit der Antriebswelle drehende Antriebsscheibe umfaßt.

Axialkolbenmaschinen bzw. Kompressoren der hier in Rede stehenden Art werden meist als Klimakompressoren bezeichnet und sind aus der Praxis in den unterschiedlichsten Ausführungsformen bekannt. Solche Kompressoren umfassen ein Gehäuse, welches eine von außerhalb angetriebene Verdichter- bzw. Pumpeneinheit einschließt. Die beispielsweise als Axialkolbenmaschine bzw. Axialkolbenpumpe ausgebildete Pumpeneinheit umfaßt wiederum mindestens einen Kolben, der in einem Zylinderblock hin und her bewegbar ist. Üblicherweise ist ein solcher Kompressor mit mehreren Kolben ausgestattet, die bei Drehung einer Taumelscheibe über eine Aufnahmescheibe oder beim Schwenken einer Schwenkscheibe in Richtung ihrer Längsachse – axial – hin und her bewegt werden, wobei – im Falle einer Taumelscheibe – die Aufnahmescheibe drehfest im Gehäuse gelagert ist.

Taumelscheibenkompressoren sind in den unterschiedlichsten Ausführungsformen bekannt. Lediglich beispielhaft wird dazu auf die DE 44 41 721 A1 und die DE 196 11 004 A1 verwiesen.

Gemäß DE 44 41 721 A1 umfaßt der Kompressor eine auf einer Antriebswelle gestützte Taumelscheibe, um eine einheitliche Drehbewegung auszuführen. Die Taumelscheibe ist mit einer Vielzahl von in einem Zylinderblock hin und her bewegbaren Kolben gekoppelt, wobei die Zylinder-Kolben-Anordnung zum Komprimieren eines Gases dient. Bei den Kolben kann es sich auch um doppelt wirkende Kolben handeln.

Im Konkreten wirkt die Taumelscheibe mit der mit dem Kolben gekoppelte Aufnahmescheibe zusammen, die drehfest im Gehäuse des Kompressors angeordnet ist und sich über eine Stützeinrichtung an einem drehfesten Widerlager abstützt. Das Widerlager dient dazu, das Drehmoment, das von der rotierenden Taumelscheibe auf die Aufnahmescheibe übertragen wird, abzufangen.

Des weiteren ist bei den bekannten Axialkolbenmaschinen bzw. Kompressoren der hier in Rede stehenden Art wesentlich, daß sich der Neigungswinkel der Taumelscheibe bzw. Schwenkscheibe, nachfolgend der Einfachheit halber – ungeachtet der konkreten Bauart – stets Antriebsscheibe genannt, mittels einer besonderen Gelenkvorrichtung verändern läßt, um nämlich den Kolbenhub in axialer Richtung zu verändern. In Bezug auf die Kolben- bzw. Antriebswellenlängsachse kippt die Antriebsscheibe aufgrund deren geometrischer Anordnung bzw. aufgrund der dortigen Schwenkachse.

Insbesondere zum Einsatz in der Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs ist es erforderlich, die Fördermenge des Kompressors und somit dessen Leistung über den Drehzahlbereich hinweg zumindest weitgehend konstant zu halten, um nämlich eine gleichbleibende Leistung der Klimaanlage gewährleisten zu können. Dazu ist eine drehzahlunabhängige Förderleistung des Kompressors erforderlich. Zur Realisierung einer solchen drehzahlunabhängigen Förderleistung kann man gemäß dem aus der Praxis bekannten Stand der Technik eine Regelung realisieren, wonach bei Drehzahländerung über einen Regelkreis der Druck im Trieb-

raum derart verändert wird, daß die Fördermenge durch Änderung des Schwenkscheibenwinkels und somit des Kolbenhubs – durch aktive Regelung – konstant gehalten wird. Eine solche Regelung ist jedoch insoweit nachteilig, als bei Drehzahländerung des Antriebs ein nur träges Ansprechverhalten realisierbar ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Kompressor der gattungsgemäßen Art derart auszugestalten und weiterzubilden, daß er sich ganz besonders zur Realisierung einer drehzahlunabhängigen Förderleistung eignet.

Die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine löst die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1. Danach ist eine Axialkolbenmaschine der eingangs genannten Art dadurch gekennzeichnet, daß die rotierende Masse der Antriebsscheibe bzw. des schwenkbaren Teils der Antriebsscheibe derart bemessen ist, daß die beim Drehen der Antriebsscheibe auftretenden Fliehkräfte ausreichen, um der Schwenkbewegung der Antriebsscheibe bewußt regelnd entgegenzuwirken und damit den Kolbenhub und somit die Fördermenge zu beeinflussen, insbesondere zu verringern bzw. zu begrenzen.

Erfindungsgemäß ist zunächst einmal erkannt worden, daß die bei rotierender Antriebsscheibe auftretenden Fliehkräfte dazu führen, daß die Antriebsscheibe dazu tendiert, sich mit ihrer Drehachse parallel zur Achse der Antriebswelle auszurichten, wodurch sich der Schwenkwinkel verringert. Dieses Phänomen führt bei ausreichender Größe zu einer Reduzierung des Kolbenhubs, und zwar automatisch aufgrund der auftretenden Fliehkräfte, die wiederum auf die Drehbewegung der Antriebsscheibe zurückzuführen sind.

Des weiteren ist in erfindungsgemäßer Weise erkannt worden, daß das entsprechende rückstellende Schwenkmoment der Antriebsscheibe mit dem Quadrat der Drehzahl zunimmt, wodurch sich der Kolbenhub – mit zunehmender Drehzahl – entgegen dem voranstehend erörterten Phänomen verkleinert.

Weiter ist erkannt worden, daß die translatorisch bewegten Massen (inkl. der Kolben) der Verdichtereinheit – aufgrund ihrer Massenträgheit – das Bestreben haben, über ihre jeweiligen Totlagen hinauszulaufen. Dadurch üben die translatorisch bewegten Massen eine Trägheitskraft bzw. Massenkraft und somit ein Schwenkmoment auf die Antriebsscheibe aus, und zwar im Sinne einer zwangsweisen Vergrößerung des Kolbenhubs.

Schließlich ist erkannt worden, daß man die voranstehend genannten Phänomene positiv nutzen kann, nämlich zur Realisierung einer drehzahlunabhängigen Fördermenge, und zwar dadurch, daß man die rotierende Masse der Antriebsscheibe derart bemißt, daß die beim Drehen der Antriebsscheibe auftretenden Fliehkräfte ausreichen, um der Schwenkbewegung der Antriebsscheibe ausreichend entgegenzuwirken und damit den Kolbenhub und somit die Fördermenge über den Drehzahlbereich hinweg zu beeinflussen, insbesondere bei hohen Drehzahlen zu verringern bzw. zu begrenzen. In erfindungsgemäßer Weise wird eine Art Fliehkraftbalance gegen die von den translatorisch bewegten Massen, insbesondere von den Kolben hervorgerufene Ausschwenk-Massenkraft herbeigeführt, wobei das Erreichen der Balance der Fliehkräfte gegen die translatorischen Kräfte von der rotierenden Masse der Antriebsscheibe abhängt.

Ebenso ist es möglich, die rotierende Masse der Antriebsscheibe derart zu bemessen, daß die beim Drehen der Antriebsscheibe auftretenden, der Schwenkbewegung der Antriebsscheibe entgegenwirkenden Fliehkräfte in etwa die seitens der Kolben auf die Antriebsscheibe wirkenden, eine weiterreichende Schwenkbewegung der Antriebsscheibe

verursachenden Kräfte kompensieren. Dadurch wird vermieden, daß aufgrund der von den Kolben auf die Antriebs-scheibe ausgeübten Kraft eine Vergrößerung des Kolben-hubs und somit eine Erhöhung der Fördermenge stattfindet.

Weiter ist es möglich, die rotierende Masse der Antriebs-scheibe derart zu bemessen, daß die beim Drehen der Antriebs-scheibe auftretenden, der Schwenkbewegung der Antriebs-scheibe entgegenwirkenden Fliehkräfte über den seiten der Kolben auf die Antriebs-scheibe wirkenden, eine weiterreichende Schwenkbewegung verursachenden Kräften liegen. In diesem Falle findet nicht nur eine Kompensation sondern eine Überkompensation dieser Kräfte statt, wodurch eine sich mit zunehmender Drehzahl der Antriebs-welle ansonsten zwangsweise erhöhende Fördermenge reduziert wird. Letztendlich überwiegt hier das "Bestreben" der Antriebs-scheibe, den Kolbenhub über den Gleichgewichts-zustand hinaus zu verringern. Da das entsprechende Schwenkmoment der Antriebs-scheibe mit dem Quadrat der Drehzahl zunimmt, verringert sich der Kolbenhub mit zunehmender Drehzahl, und zwar im Idealfall derart, daß sich eine konstante - drehzahlunabhängige - Fördermenge einstellt bzw. ergibt.

Im Konkreten ist es von Vorteil, wenn die Masse der Antriebs-scheibe um etwa 10% bis 60% über der gemeinsamen Masse aller Kolben liegt. Vorzugsweise liegt die Masse der Antriebs-scheibe um etwa 30% bis 50% über der gemeinsamen Masse aller Kolben, um die voranstehend erörterte - automatische - Regelung der Fördermenge zu erreichen.

Des weiteren sei angemerkt, daß es sich bei dem hier in Rede stehenden Axialkolbenmaschine um einen Axialkolbenkompressor der Taumelscheiben-Bauart oder der Schwenkscheiben-Bauart handeln kann. Entsprechend ist die drehende Antriebs-scheibe als Taumelscheibe oder als Schwenkscheibe ausgeführt, wobei im Falle der Taumelscheiben-Bauart zwischen der Taumelscheibe und den Kolben eine gegenüber der Taumelscheibe gelagerte, drehfeste Aufnahmescheibe angeordnet ist, die die Kolben unmittelbar oder mittelbar beaufschlagt bzw. deren axiale Bewegung bewirkt.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Ansprüche, andererseits auf die nachfolgende Erläuterung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigt die einzige Figur in einer schematischen Seitenansicht, teilweise geschnitten, ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine, wobei es sich hierbei um einen Axialkolbenkompressor der Taumelscheiben-Bauart handelt.

Die einzige Figur zeigt in einem Längsschnitt, schematisch einen Kompressor 1 für die Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs. Der Kompressor 1 umfaßt ein Gehäuse 2, welches wiederum aus einem ersten Gehäuseteil 3 und einem zweiten Gehäuseteil 4 besteht. Das erste Gehäuseteil 3 schließt einen Triebraum 5 ein, in dem die Verdichtereinheit 6 untergebracht ist. Die Verdichtereinheit 6 wird über eine Riemenscheibe 7 und über eine Antriebswelle 8 angetrieben, die wiederum von einer in der Figur nicht gezeigten Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeugs angetrieben wird. Die Antriebswelle 8 dreht um eine Drehachse 9.

Die Antriebswelle 8 ist im Gehäuse 2 nahe der Riemenscheibe 7 mittels eines Loslagers 10 gelagert. Eine Taumelscheibe 11 ist drehfest aber schwenkbar mit der Antriebs-

welle 8 verbunden, so daß sich die Taumelscheibe 11 gemeinsam mit der Antriebswelle 8 dreht. Die Taumelscheibe 11 ist gegen axiale Verlagerung, d. h. gegen eine Verlagerung in Richtung der Drehachse 9, gesichert.

Die Taumelscheibe 11 wirkt über Lager 12 auf eine drehfest im Gehäuse 2 gelagerte Aufnahmescheibe 13, die über eine Pleuelstange 14 jeweils mit einem Kolben 15 gekoppelt ist. Bei Drehung der Taumelscheibe 11 werden die Kolben 15 über die Aufnahmescheibe 13 in Richtung der Längsachse 16 der Kolben 15 hin und her bewegt.

Die einzige Figur läßt des weiteren erkennen, daß die Kolben 15 in Bohrungen 17 geführt sind, wobei die Bohrungen 17 in einen Zylinderblock 18 eingearbeitet sind. Der Zylinderblock 18 grenzt an eine Ventilscheibe 19 an, durch die das über die Verdichtereinheit 6 komprimierte Medium in einen als Hochdruckkammer bezeichneten Druckraum 20 gefördert wird. Der Druckraum 20 ist im zweiten Gehäuseteil 4 ausgebildet.

Erfindungsgemäß ist die rotierende Masse der Antriebs-scheibe - hier Taumelscheibe 11 - derart bemessen, daß die beim Drehen der Antriebs-scheibe bzw. Taumelscheibe 11 auftretenden Fliehkräfte ausreichen, um der Ausschwenkbewegung der Taumelscheibe 11 (dabei wird der Kolbenhub vergrößert) zumindest geringfügig entgegenzuwirken. Dadurch wird der Hub der Kolben 15 und somit die Fördermenge beeinflusst, und zwar in Abhängigkeit von der Masse der Taumelscheibe 11. Mit anderen Worten ist hier eine Regelung in Abhängigkeit von der Masse der Taumelscheibe 11 realisiert.

Unter Zugrundelegung des erfindungsgemäß beanspruchten Regelungsmechanismus ist nun von ganz besonderer Bedeutung, daß man die rotierende Masse der Taumelscheibe 11 über den "Gleichgewichtszustand" hinaus erhöhen kann, d. h. in einem solchen Maße, daß das "Bestreben" der Taumelscheibe 11 überwiegt, den Hub des Kolbens 15 zu verringern. Da das entsprechende Schwenkmoment der Taumelscheibe 11 mit dem Quadrat der Drehzahl zunimmt, verringert sich der Hub des Kolbens 15 mit zunehmender Drehzahl, so daß sich im Idealfall - über den gesamten Drehzahlbereich hinweg - eine in etwa konstante Fördermenge ergibt, und zwar ohne weitere aufwendige Maßnahmen zur Veränderung des Drucks im Triebraum bzw. zur Veränderung des Schwenkwinkels der Taumelscheibe 11 ergreifen zu müssen.

Zur Vermeidung von Wiederholungen wird ansonsten auf den allgemeinen Teil der Beschreibung verwiesen.

Abschließend sei hervorgehoben, daß das voranstehend lediglich beispielhaft genannte Ausführungsbeispiel die erfindungsgemäße Lehre lediglich erläutert, jedoch nicht auf das Ausführungsbeispiel einschränkt. Sowohl in der Beschreibungseinleitung als auch in der Figurenbeschreibung gewählte Merkmalskombinationen sind nicht zwingend.

Patentansprüche

1. Axialkolbenmaschine (1), insbesondere Kompressor für die Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse (2) und einer in dem Gehäuse (2) angeordneten, über eine Antriebswelle (8) angetriebenen Verdichtereinheit (6) zum Ansaugen und Verdichten eines Kältemittels, wobei die Verdichtereinheit (6) in einem Zylinderblock (18) axial hin und her laufende Kolben (15) und eine die Kolben (15) antreibende, mit der Antriebswelle (8) drehende Antriebs-scheibe (11) umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die rotierende Masse der Antriebs-scheibe (11) bzw. des schwenkbaren Anteils der Antriebs-scheibe (11) derart bemessen ist, daß die beim Drehen der Antriebs-scheibe (11) auf-

tretenden Fliehkräfte ausreichen, um der Schwenkbewegung der Antriebsscheibe (11) bewußt regelnd entgegenzuwirken und damit den Kolbenhub und somit die Fördermenge zu beeinflussen, insbesondere zu verringern bzw. zu begrenzen.

2. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die rotierende Masse der Antriebsscheibe (11) derart bemessen ist, daß die beim Drehen der Antriebsscheibe (11) auftretenden, der Schwenkbewegung der Antriebsscheibe (11) entgegenwirkenden Fliehkräfte in etwa die seitens der Kolben (15) auf die Antriebsscheibe (11) wirkenden, eine weiterreichende Schwenkbewegung der Antriebsscheibe (11) verursachenden Kräfte kompensieren.

3. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die rotierende Masse der Antriebsscheibe (11) derart bemessen ist, daß die beim Drehen der Antriebsscheibe (11) auftretenden, der Schwenkbewegung der Antriebsscheibe (11) entgegenwirkenden Fliehkräfte über den seitens der Kolben (15) auf die Antriebsscheibe (11) wirkenden, eine weiterreichende Schwenkbewegung verursachenden Kräften liegen.

4. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die rotierende Masse der Antriebsscheibe (11) derart bemessen ist, daß die beim Drehen der Antriebsscheibe (11) auftretenden, der Schwenkbewegung der Antriebsscheibe (11) entgegenwirkenden Fliehkräfte über den seitens der Kolben (15) auf die Antriebsscheibe (11) wirkenden, eine weiterreichende Schwenkbewegung verursachenden Kräften liegen, so daß sich der Kolbenhub mit zunehmender Drehzahl um ein solches Maß verringert, daß sich eine konstante Fördermenge einstellt.

5. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die rotatorische Masse der Antriebsscheibe (11) größer ist als die Summe aller translatorisch bewegten Massen.

6. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die rotierende Masse der Antriebsscheibe (11) um etwa 10% bis 60% über allen translatorisch bewegten Massen, insbesondere über der gemeinsamen Masse aller Kolben (15), liegt.

7. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Masse der Antriebsscheibe (11) um etwa 30% bis 50% über allen translatorisch bewegten Massen, insbesondere über der gemeinsamen Masse aller Kolben (15), liegt.

8. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die drehende Antriebsscheibe als Taumelscheibe (11) ausgeführt ist und daß zwischen der Taumelscheibe (11) und den Kolben (15) eine gegenüber der Taumelscheibe (11) gelagerte, drehfeste Aufnahmescheibe (13) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

